



Måling af den totale metanemission fra Affaldscenter Tandskov

Fredenslund, Anders Michael; Delre, Antonio; Scheutz, Charlotte

Publication date:
2015

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Fredenslund, A. M., Delre, A., & Scheutz, C. (2015). *Måling af den totale metanemission fra Affaldscenter Tandskov*. Institut for Vand og Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Måling af den totale metanemission fra Affaldscenter Tandskov



Metan og sporgaskoncentrationer nedvinds Affaldscenter Tandskov under måling af den totale metanemission fra deponiet 2. juli 2015. Baggrundskoncentrationen af metan er fratrasket. Der blev set emission af metan fra nærliggende gårde i området, men det var muligt at separere de to kilder.

Anders M. Fredenslund, Antonio Delre & Charlotte Scheutz

Institut for Vand og Miljøteknologi

Danmarks Tekniske Universitet.

Oktober 2015

Institut for Vand og Miljøteknologi

Miljøvej

Bygning 113

2800 Kgs. Lyngby

Email: info@env.dtu.dk

Telefon: 45 25 16 00

Fax: 45 93 28 50

CVR-nr. 30 06 09 46

EAN-nr. 57 98 00 04 31 201

Kontakt vedr. denne rapport:

Anders M. Fredenslund

Telefon: +45 45 25 15 91

E-mail: amfr@env.dtu.dk

$$f(x+\Delta x)=\sum_{i=0}^{\infty}\frac{(\Delta x)^i}{i!}f^{(i)}(x)$$
$$\Delta\int_a^b\Theta+\Omega\int\delta e^{i\pi}=-1$$
$$\infty=\{2.7182818284\}$$
$$\chi^2$$
$$\sum!$$
$$\gg$$
$$\approx$$
$$\lambda$$

© 2009 by the author. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without the prior written permission of the author.

1. Indledning og formål

Institut for Vand og Miljøteknologi (DTU Miljø) udfører for Miljøstyrelsen målinger af totale emissioner af metan fra en række danske deponier som led i etablering af biocovers til nedbringelse af drivhusgasemissioner. Denne rapport beskriver måling og resultater fra deponiet Affaldscenter Tandskov beliggende Tandskovvej 17, 8600 Silkeborg. Målingen af den totale metan emission blev udført 1. til 3. juli, 2015, og der blev udført en screening af metankoncentrationer 7. august, 2015.

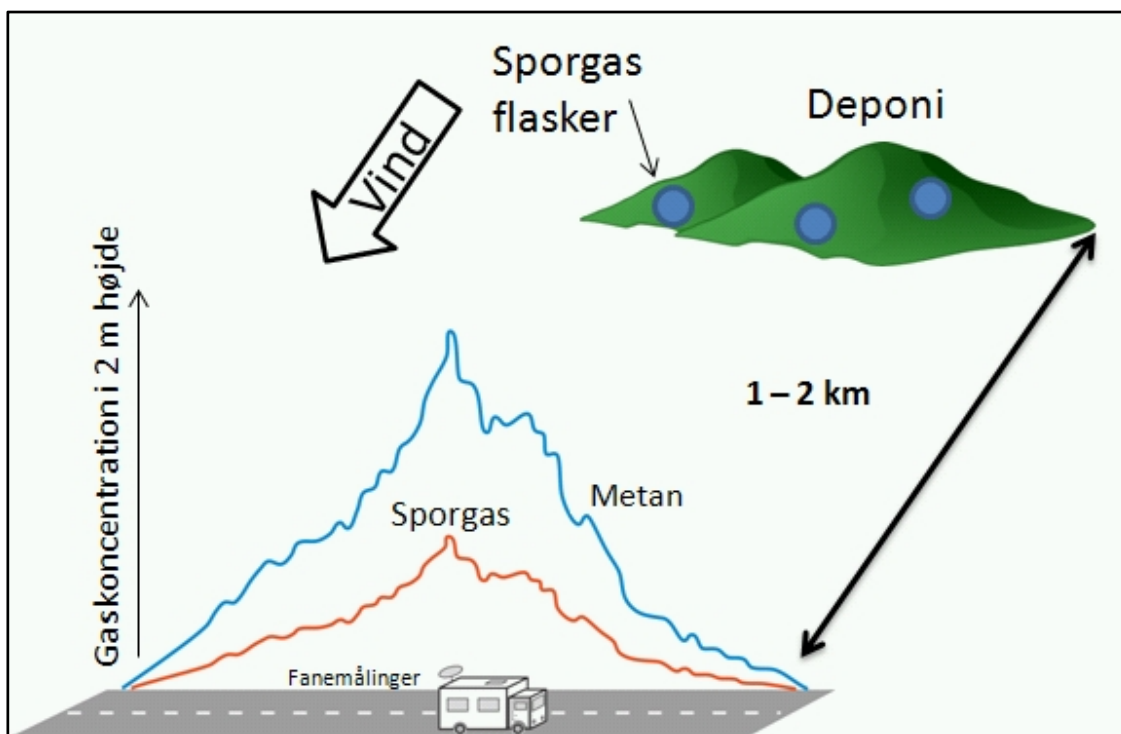
DTU Miljø har lang erfaring med måling af gasemissioner fra deponier med brug af forskellige metoder. I 2011 blev der indkøbt udstyr til opbygning af en mobil analyseplatform til udførsel af sporgasdispersionsmålinger, som har vist sig at være en velegnet metode til måling af totale emissioner fra deponier og lignende anlæg, der er karakteriseret ved at emissionerne sker fra diffuse og måske ukendte kilder fordelt på relativt store arealer.

Sporgasdispersionsmetoden har været anvendt her til at måle den totale emission af metan fra anlægget. Det var ønsket, at emission fra komposteringsanlægget kunne måles separat, men dette var ikke muligt, hvorfor metanemissionen angivet i denne rapport er en samlet emission, der må formodes at stamme fra både deponeret affald og kompostering af haveaffald. Der understreges, at målingen viser emissionen, som den var på det tidspunkt, hvor målingen blev udført, og at gasemissioner fra deponier varierer over tid - blandt andet under påvirkning af atmosfæriske forhold som trykstigninger og fald.

2. Metodebeskrivelse

Metoden, der blev anvendt til kvantitativ bestemmelse af den totale metanemission fra deponiet, kaldes den dynamiske sporgasdispersionsmetode, der blandt andet er beskrevet i Galle et al., 2001, Scheutz et al., 2011 og Mønster et al., 2014.

Teorien bag den benyttede målemetode er, at gasser med lang atmosfærisk levetid vil opføre sig ens i forhold til opblanding og transport i atmosfæren. Det er derfor muligt at udlede en kendt mængde af en sporgas tæt på metankilderne, måle koncentrationen af sporgas samt metan langt væk fra kilderne i vindens retning og derefter beregne emissionen af metan ud fra forholdet mellem koncentration af metan og sporgas. Efter at baggrundskoncentrationerne er fratrasket, vil forholdet mellem koncentrationen af metan og sporgas på målestedet være det samme som forholdet mellem metanemissionen og udledningen af sporgas på deponiet. Princippet i metoden er illustreret i Figur 1.



Figur 1. Princippet i den dynamiske sporgasdispersionsmetode til bestemmelse af metanemissionen fra et affaldsdeponi. På figuren ses et match mellem stigninger og fald i koncentrationer af sporgas og metan målt på tværs nedvinds et deponi. Dette indikerer, at sporgasfrigivelsen på tilfredsstillende vis simulerer frigivelsen af metan.

Målingerne blev foretaget med et Picarro metan/acetylen analyseapparat (model G2203), som kan måle meget små koncentrationsforskelle trods den relativt høje baggrunds-koncentration af metan i atmosfæren. En GPS var tilsluttet udstyret for at registrere den præcise geografiske position under målingerne, og en vejstation målte temperatur, atmosfærisk tryk, vindstyrke og retning. For at få en god simulering af den samlede emission af metan er det nødvendigt at frigive sporgas de steder på deponiet, hvor hovedparten af metanen emitteres. Dette sikres ved, at der inden den egentlige måling udføres en screening af metankoncentrationer ved at måle tilgængelige steder på deponiet.

I starten og i slutningen af hver målekampagne måles baggrundskoncentrationerne af metan og sporgas opvinds fra deponiet, og det sikres, at der ikke er andre kilder imellem deponiet og den valgte målevej nedvinds fra deponiet, som kan bidrage til forhøjede koncentrationer af metan eller sporgas. Baggrundskoncentrationen kan stige eller falde i løbet af en målekampagne, hvilket ofte vil skyldes en ændring i lokale atmosfæriske forhold. For at undgå indflydelse fra en stigende eller faldende baggrundskoncentration blev den målte koncentration i enden af hver fanemåling brugt som baggrundskoncentration i emissionsberegningerne i de tilfælde, hvor de atmosfæriske forhold ændrede sig under målekampagnen. Baggrundskoncentrationen af sporgassen acetylen ændrer sig dog ikke som følge af lokale atmosfæriske ændringer på samme måde som metan, da der ikke er så mange lokale emissionskilder.

3. Beskrivelse af udførte målinger

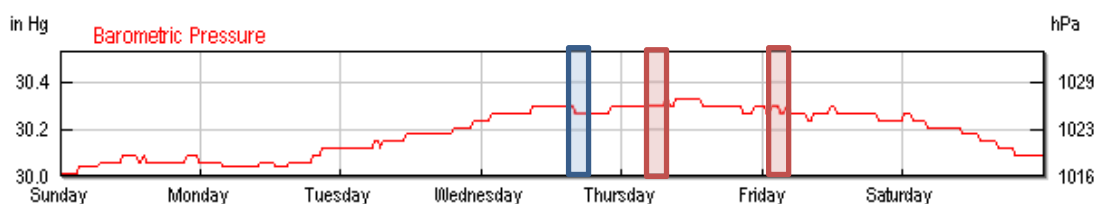
Måling af den totale metanemission fra deponiet blev udført i dagene den 1. juli til den 3. juli, 2015. Den 1. juli blev der udført screeninger af metankoncentrationer på deponiet og i deponiets omgivelser mellem ca. kl. 16:30 og 18:50. Den 2. juli blev der målt totalemission fra deponiet mellem kl. 5:30 og 7:00. Den 3. juli blev der igen målt totalemission fra deponiet fra kl. 00:55 til 02:10.

Den 8. august, 2015 blev der udført yderligere screeninger af metankoncentrationer samt koncentrationer af lattergas på deponiet. Der blev desuden forsøgt at måle emission fra komposteringsanlægget alene under andre vindforhold. Screeningen blev udført i tidsrummet 12:30 til ca. 14:00.

Ved måling af totalemission af metan blev der anvendt acetylen som sporgas frigivet fra tre lokaliteter på deponiet. Der blev frigivet i alt 2,0 kg acetylen i timen. Sporgassen blev frigivet med samme rate fra de tre lokaliteter. Temperaturen var 15-17 °C. På begge måledage var der en let vind fra sydøst (ca. 2,5-4 m/s), der muliggjorde måling nedvinds deponiet på hhv. Engholmsvej, Mausingvej og Pederstrupvej i en afstand på mellem ca. 1200-2900 m fra deponiets rand.

Ved målingen den 8. august var temperaturen ca. 21 °C, og der var vind fra vest på ca. 7 m/s.

Figur 2 viser atmosfæretrykket i perioden før, under og efter målingen af den totale metanemission (1. til 3. juli) målt på Århus Lufthavn. Det fremgår af figuren, at målingen er udført i en periode med et højt stabilt atmosfæretryk på ca. 1025 mbar.



Figur 2. Atmosfæretryk i perioden for målinger af den totale metanemission fra deponiet. Atmosfæretrykket er målt ved Århus Lufthavn ca. 70 km fra deponiet. Den første periode (fremhævet med blå) angiver tidspunktet for udførsel screeninger, mens den to resterende perioder (fremhævet med rød angiver tidspunkter for totalmålingerne. (Kilde: <http://www.wunderground.com>).

4. Resultater

4.1 Screening af metan i deponiets omgivelser

Der blev målt metankoncentrationer i deponiets omgivelser for at identificere nærliggende kilder til metanudledninger, der vil kunne influere resultatet af totalmålingen samt for at identificere muligt sted for at måle emissionen fra deponiet.

Screening af metankoncentrationer i deponiets nærhed viste forskellige kilder med metanemissioner. Områder med forhøjede metankoncentrationer er angivet som (A), (B), (C) og (D) på Figur 3. Ud fra vindretningen vurderedes det, at (A) og (B) stammede fra to nærliggende

husdyrbrug med gylletanke. De forhøjede metankoncentrationer målt fra kilderne var hhv. 0,06 og 0,03 ppm over baggrunds niveau, der blev målt til 1,866 ppm.

Ved området markeret (C) på Figur 3 blev der set forhøjede koncentrationer nær en gruppe græssende kvæg. Den målte metankoncentration nær kvægende var relativt høj - 0,56 ppm over baggrunds niveau, da de græssede meget nær målepunktet. Området markeret (D) (nedvinds fra deponiet) var sandsynligvis metan fra deponiet. Ved (D) blev der målt op til ca. 0,07 ppm over baggrunds niveau.



Figur 3. Screening af metankoncentrationer i deponiets omgivelser. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,866 ppm) og er ganget med 5000 for at være synlig på kortet. Områder med forhøjede koncentrationer er angivet på kortet. Deres formodede oprindelse antages at være hhv.: (A) – Husdyrbrug A, (B) – Husdyrbrug B, (C) – kvæg, (D) – Deponiet.

4.2 Screening af metan på deponiets område

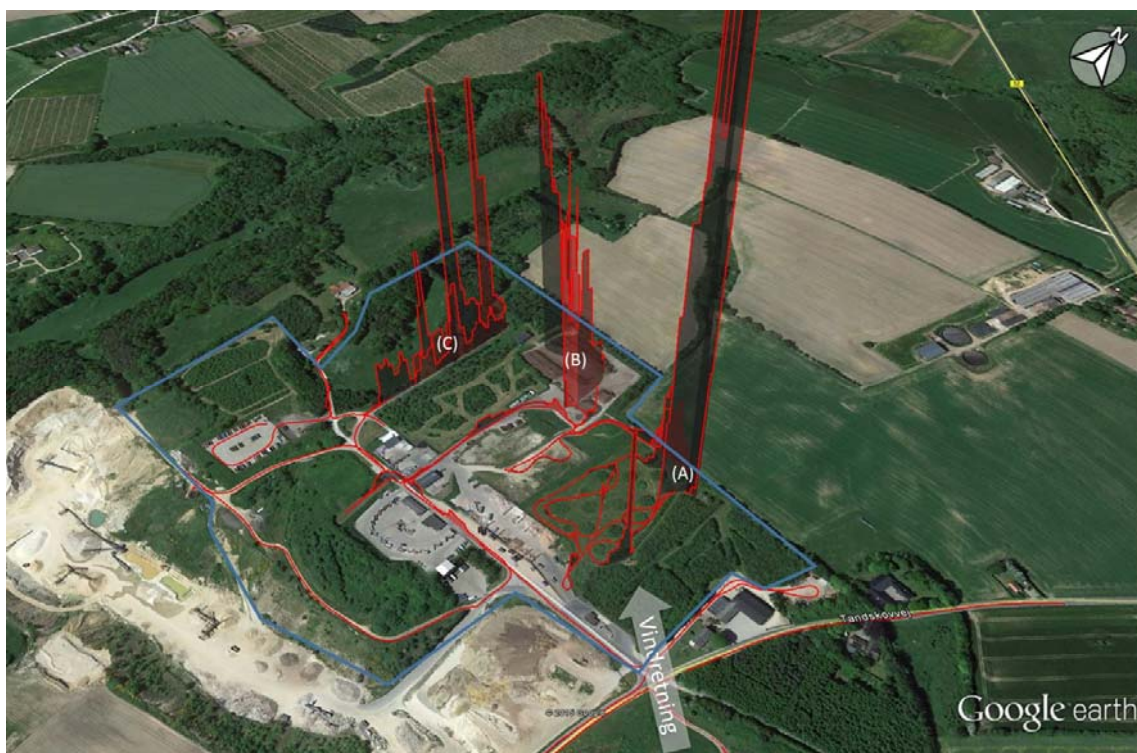
Måling af totalemission fra deponiet med sporgasdispersionsmetoden kræver, at frigivelsen af sporstof så vidt muligt sker samme sted som frigivelsen af metan som beskrevet i afsnit 2. Dette blev gjort ved at måle de steder på deponiet, hvor det var muligt at køre med det anvendte måleudstyr.

Ved screeningen blev der observeret væsentligt forhøjede metankoncentrationer i deponiets nordvestlige del, der formodes at stamme fra deponeret affald – se Figur 4. I dette område markeret (C) i figuren blev der målt koncentrationer på op til 6,7 ppm over baggrunds niveau, der

var 1,866 ppm. Der blev her målt nær en skråning på en ældre celle, hvor der har været deponeret organisk affald.

Højeste målte koncentration på deponiet var ca. 21 ppm over baggrund. Dette blev målt ved en pumpestation i anlæggets nordlige del, og er markeret (A) i Figur 4. Der blev målt forhøjede koncentrationer nær en brønd syd for pumpestationen.

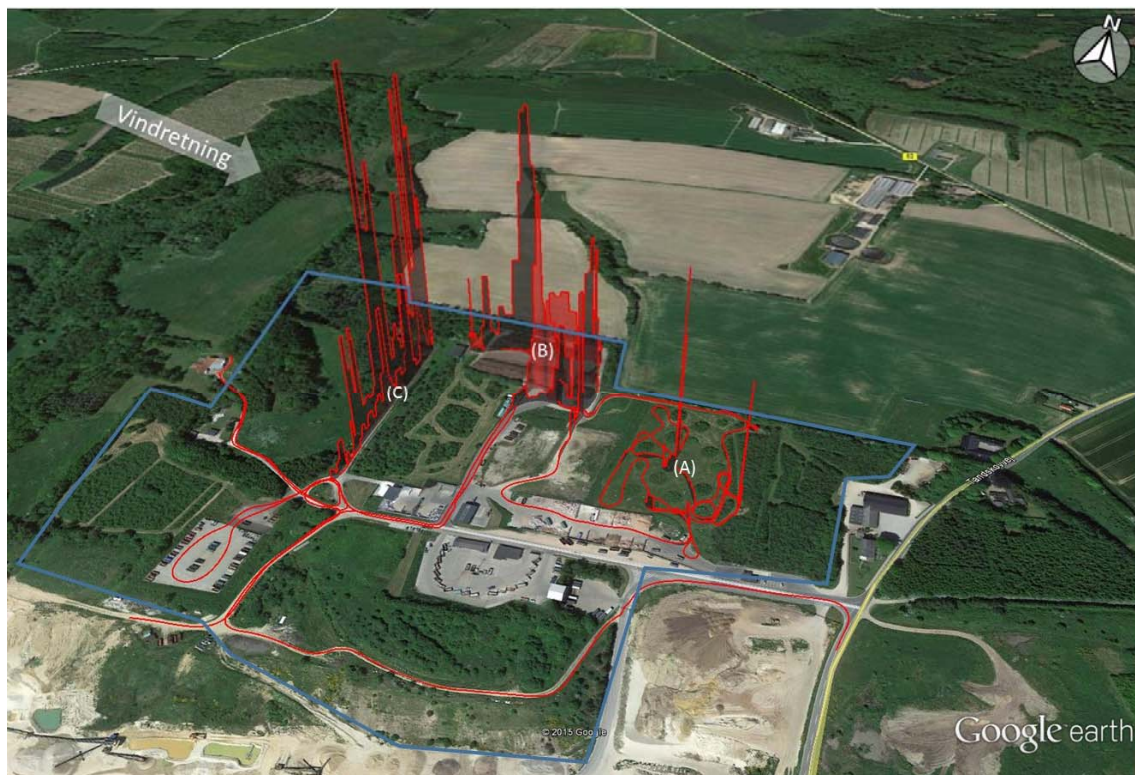
Ved komposteringsanlægget markeret (B) i Figur 4 blev der målt forhøjede koncentrationer på op til 6,8 ppm over baggrundsniveau. Komposteringsanlægget er beliggende på en del af deponiet, hvor der har været deponeret husholdningsaffald. En del af metanemissionen fra dette område kan derfor stamme fra deponeret affald. Koncentrationerne i anlæggets sydlige del var generelt nær baggrundsniveau.



Figur 4. Screening af metankoncentrationer inden for deponiets område 1. juli 2015. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrundsniveau (1,866 ppm) og er ganget med 50 for at være synlig på kortet.

Figur 5 viser resultater fra screeningen gjort 7. august 2015. Det overordnede billede er lig den første screening, der viste at emissionen fra deponiet mest sker fra anlæggets nordlige del. Ved denne screening blev der dog ikke målt væsentligt forøgede koncentrationer nær den pumpestation, hvor der først blev målt meget høje koncentrationer. Der blev dog målt forhøjede koncentrationer af metan "nye" steder i pumpestationens nærhed – fx ved området markeret (A) i Figur 5, hvor der blev målt metankoncentrationer op til 4 ppm over baggrundsniveau (1,915 ppm).

Ved komposteringsområdet (B) blev der målt op til ca. 5,1 ppm metan over baggrundsniveau, mens der i anlægget nordvestlige del (C) blev målt koncentrationer på op til 6,4 ppm over baggrundsniveau.



Figur 5. Screening af metankoncentrationer inden for deponiets område 7. august 2015. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,915 ppm) og er ganget med 50 for at være synlig på kortet.

Ved den anden screening den 8. august 2015 blev der ud over metan screenet for lattergas på deponiet. Der kan dannes lattergas ved fx kompostering af haveaffald, men dette blev ikke observeret ved denne screening.

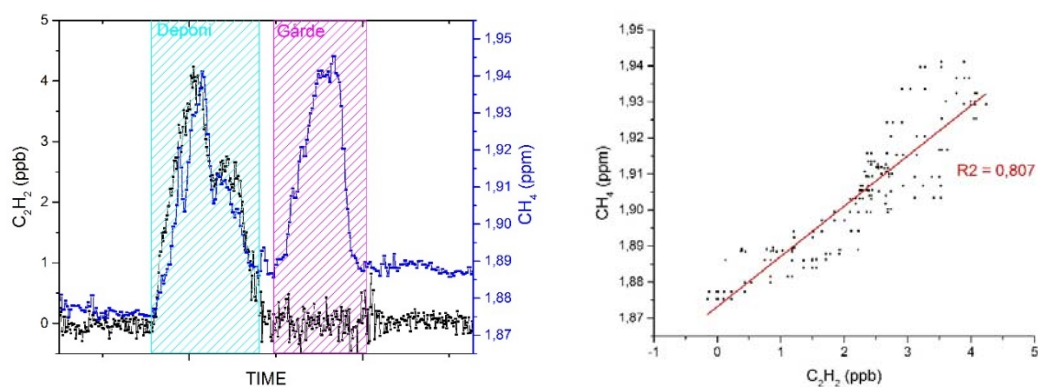
4.3 Måling af totalemission af metan fra deponiet

Metanemissionen er beregnet ud fra forholdet mellem metan- og sporgaskoncentrationerne i nedvindsfanen, hvor koncentrationerne er integreret for hver traversering af fanen. Der blev udført 36 traverseringer. De første 22 blev udført d. 2/7, 2015 tidlig morgen, mens de resterende 14 blev udført natten efter.

Figur 6 viser et eksempel på en traversering. Den røde kurve illustrerer koncentrationer af metan over baggrunds niveau, der blev målt til 1,875 ppm, mens den gule kurve illustrerer koncentrationen af sporgas. Der ses to områder med forhøjede koncentrationer af metan, hvor den ene skyldes emissioner fra deponiet, hvilket kan fastlægges ud fra vindretning samt sammenfald med forhøjede koncentrationer af sporgas. Det andet område med forhøjede koncentrationer kan antages at stamme fra nærliggende gårde ud fra vindretningen. Ved målinger på denne vej nedvinds deponiet var der dårligt GPS signal et enkelt sted på vejen, hvor nogle koordinater derfor ikke blev registreret korrekt. Dette har dog ikke haft konsekvenser for beregningerne af metanemission, idet koncentrationer blev integreret som funktion af måletidspunkt. Det var ikke muligt, at separere emissioner fra komposteringsområdet fra emissioner fra resten af deponiet.

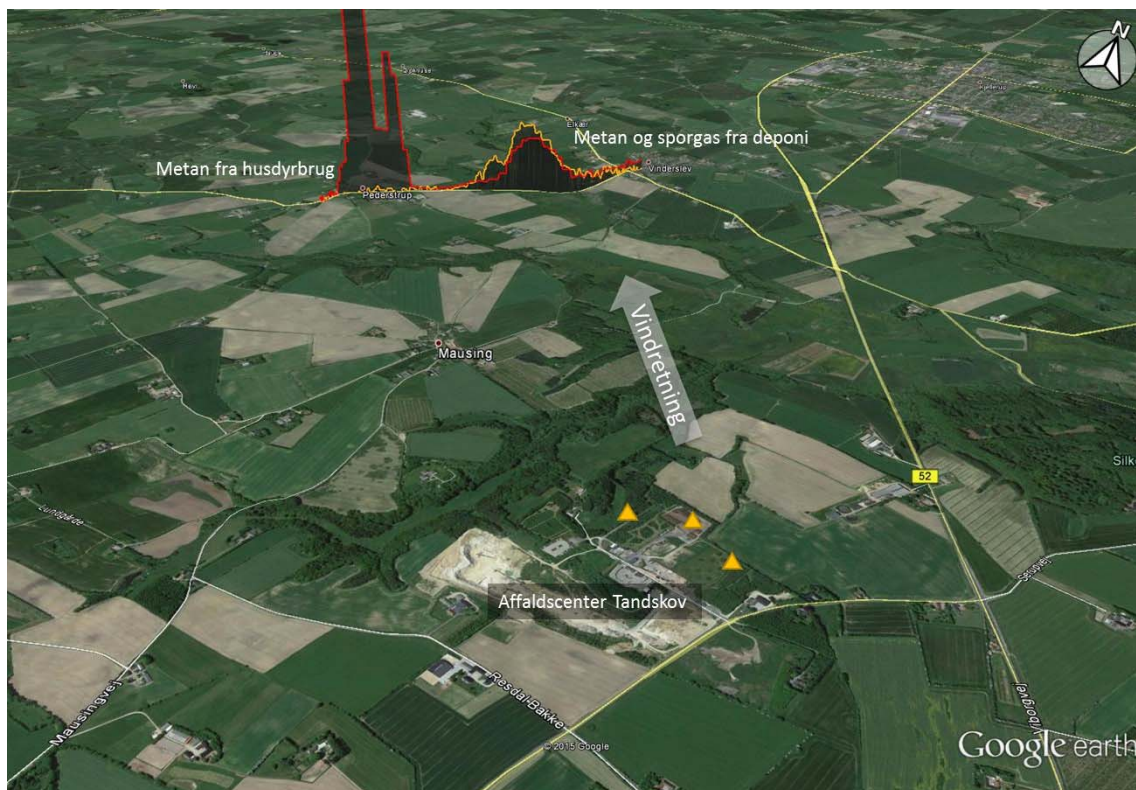


Figur 6. Eksempel 1 på måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds for deponiet – 3. juli, 00:46. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrundsniveau (1,875 ppm) og er ganget med 4000 for at være synlig på kortet. Den gule kurve illustrerer målte koncentrationer af sporgas (acetylen) og er ganget med 50. De gule trekanter markerer, hvor der blev frigivet sporstof. Den højeste metankoncentration i fanen fra deponiet blev målt til 0,066 ppm over baggrund.



Figur 7. Venstre graf viser metan- og acetylenkoncentrationer fra samme traversering som illustreret i Figur 6 (udført 3. juli, 00:46). Faner fra hhv. deponi og oplag af dybstrøelse er markeret. Højre graf viser metan koncentrationer plottet mod sporgaskoncentrationer for fanen fra deponiet markeret i venstre graf.

Som nævnt blev der målt emissioner ved at måle i flere forskellige afstande fra deponiet. Figur 8 viser et eksempel på en måling foretaget i længere afstand nedvinds Affaldscenter Tandskov.



Figur 8. Eksempel 2 på måling af metan og sporgaskoncentrationer nedvinds for deponiet – 2. juli, 06:07. Den røde kurve illustrerer målte koncentrationer af metan over baggrunds niveau (1,888 ppm) og er ganget med 5000 for at være synlig på kortet. Den gule kurve illustrerer målte koncentrationer af sporgas (acetylen) og er ganget med 100. De gule trekanter markerer, hvor der blev frigivet sporstof. Den højeste metankoncentration i fanen fra deponiet blev målt til 0,056 ppm over baggrund.

Der blev udført i alt 36 målinger af den totale metanemission fra Affaldscenter Tandskov. Den første måledag blev der udført 22 traverseringer, og den gennemsnitlige emission blev fundet til $17,9 \text{ kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$. Den anden måledag blev der udført 14 traverseringer, og den gennemsnitlige emission blev målt til $18,1 \text{ kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$. Deponiets samlede emission er beregnet til $18,0 \pm 1,7 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$ (gennemsnit af målinger \pm én standardafvigelse). Tabel 1 nedenfor lister de målte emissioner.

Tabel 1. Målte totalemissioner af metan fra Affaldscenter Tandskov 2. og 3. juli, 2015. Den samlede emission blev beregnet til $18,0 \pm 1,7 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$ (gennemsnit af målinger \pm én standardafvigelse)

Tidspunkt for måling	Målt metanemission ($\text{kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$)	Tidspunkt for måling	Målt metanemission ($\text{kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$)
(2. juli)		(3. juli)	
05:35	19,6	00:41	18,0
05:37	18,8	00:46	16,1
05:42	17,6	00:56	15,1
06:02	19,8	01:00	16,0
06:05	18,6	01:08	15,2
06:07	18,7	01:12	20,2
06:10	18,4	01:18	18,6
06:11	17,5	01:23	21,0
06:14	17,0	01:37	19,2
06:18	16,3	01:42	19,4
06:21	16,4	01:47	18,8
06:24	16,4	01:51	16,6
06:26	17,3	01:55	18,9
06:29	17,7	01:59	20,6
06:32	18,4		
06:34	15,9		
06:37	19,3		
06:39	16,2		
06:42	20,1		
06:47	15,3		
06:49	20,9		
06:51	17,1		
Gennemsnit, dag 1	17,9	Gennemsnit, dag 2	18,1

Gennemsnit, begge dage	18,0 $\text{kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$
Standardafvigelse	1,7 $\text{kg CH}_4 \text{ h}^{-1}$
Antal traverseringer	36

5. Konklusion

Screening af metankoncentrationer på deponiet udført 1. juli 2015 indikerede, at hovedparten af emissionen sker fra den nordlige del af Affaldscenter Tandskov. Der blev set væsentligt forhøjede metankoncentrationer ved cellen umiddelbart vest for gasopsamlingsanlægget, samt fra cellen øst for komposteringsanlægget – især nær en pumpestation. Derudover blev der målt væsentligt forhøjede metankoncentrationer på komposteringsanlægget, hvorunder der har været deponeret affald. Ved gentagelse af screening af metankoncentrationer den 7. august 2015 blev set

forhøjede koncentrationer de samme steder som ved den første screening med den undtagelse, at der ikke blev set forhøjede koncentrationer nær pumpestationen.

Deponiets totale metanemission blev beregnet til $18,0 \pm 1,7 \text{ kg CH}_4 \text{ time}^{-1}$. Der blev udført 36 traverseringer fordelt på to dage – den 2. og 3. juli 2015, hvor der blev anvendt acetylen som sporgas frigivet fra tre lokaliteter på deponiet med en samlet frigivelsesrate på 2,0 kg acetylen i timen. Der var ingen forskel i emission mellem de to dage. Der blev målt under stabile vejrforhold ift. atmosfæretryk, der var ca. 1025 mbar. Trykændringer vurderes derfor at have haft en relativt lav betydning for denne måling. Temperaturen var 15-17 °C. På begge måledage var der en let vind fra sydøst (ca. 2,5-4 m/s).

Det var ikke muligt at adskille metanemission fra det deponerede affald med metanemission fra kompostering af haveaffald på deponiet under målingen den 2. og 3. juli 2015. Der blev forsøgt at måle emission fra komposteringsanlægget alene under vestlig vind den 7. august 2015 uden held. Det vurderes ikke at være muligt, at adskille disse to kilder ved måling under andre vindforhold, eller ved brug af flere sporstoffer, da hovedparten af emissionen fra deponiet vurderes at ske fra anlæggets nordlige del, hvor komposteringsanlægget er placeret.

6. Referencer

- Galle, B., Samuelsson, J., Svensson, B.H., Börjesson, G. (2001). Measurements of methane emissions from landfills using a time correlation tracer method based on FTIR absorption spectroscopy. *Environmental Science & Technology*, 35 (1), 21-25
- Mønster, J., Samuelsson, J., Kjeldsen, P., Rella, C.W., Scheutz, C., (2014). Quantifying methane emission from fugitive sources by combining tracer release and downwind measurements - a sensitivity analysis based on multiple field surveys. *Waste Management*. 34, 1416–28
- Scheutz, C., Samuelsson, J., Fredenslund, A. M., and Kjeldsen, P. (2011). Quantification of multiple methane emission sources at landfills using a double tracer technique. *Waste Management*, 31(5), 1009-1017.